

# Actividades complementarias para el aprendizaje de la asignatura “Sistemas de Comunicaciones” en el Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación

## Complementary activities for learning “Communications Systems” subject in the Degree in Telecommunication Technologies Engineering

Mabel Pontón, Amparo Herrera, Almudena Suárez  
mabel.ponton@unican.es, herreraa@unican.es, suarez@unican.es

Departamento de Ingeniería de Comunicaciones  
Universidad de Cantabria  
Santander, España

**Resumen-** En este trabajo se presentan distintas actividades complementarias realizadas para la mejora del proceso de aprendizaje de conceptos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación. En particular, se describe la realización de simposios dentro de las actividades de la asignatura. En estos simposios se recrea de la manera más realista posible el envío, revisión y presentación de trabajos técnicos en un congreso científico/profesional. Otra de las actividades complementarias que realizan los estudiantes es la elaboración de una enciclopedia en formato “wiki” a la cual contribuyen todos de manera colaborativa. Adicionalmente y para hacer hincapié en la aplicación práctica de los conocimientos que se adquieren en la asignatura, se organizan visitas a empresas de la región. Mediante la realización de estas actividades, los estudiantes trabajan competencias como el trabajo en equipo, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo, la capacidad de gestión de la información y del tiempo y la capacidad de comunicar conceptos de manera clara y ordenada, adaptando el lenguaje según el tipo de audiencia.

**Palabras clave:** aplicabilidad, competencia, motivación, simposio

**Abstract-** In this work, different complementary activities for the improvement of the learning process of concepts relating to Telecommunication Engineering are presented. In particular, the realization of symposia as part of the subject activities is described. In these symposia, the submission, review and oral presentation of technical papers in a scientific / professional conference are recreated in the most realistic way possible. Another complementary activity is the preparation of an encyclopedia in a "wiki" format, which is carried out by all the students, who contribute cooperatively. Additionally and in order to emphasize the practical application of the acquired knowledge in the subject, visits to companies in the region are also organized. By performing these activities, students work skills such as teamwork, the development of critical and reflective thinking, the ability to manage information and time and the ability to communicate concepts in a clear and orderly manner, adapting the language according to the type of audience.

**Keywords:** aplicability, competition, motivation, symposium

### 1. INTRODUCCIÓN

La puesta en marcha del plan Bolonia, supuso un antes y un después en el sistema universitario español. El unificar los criterios educativos y homologar los títulos en toda Europa, dotar a la universidad de autonomía para el diseño de las titulaciones o basar el aprendizaje en la adquisición de competencias, adaptando el sistema a las necesidades de la sociedad actual, supuso para las universidades españolas un nuevo escenario al que han ido adaptándose progresivamente.

Debido al alto contenido conceptual de algunas asignaturas en el Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, buena parte del profesorado mantienen un esquema de enseñanza basado en clase magistrales y prácticas de laboratorio. Sin embargo, hay estudios que demuestran que con el uso de este tipo de metodologías tradicionales el alumno no es capaz de adquirir las competencias generales (Martín Peña et al., 2011). Es precisamente en la utilización de estas metodologías convencionales donde los estudiantes son un elemento pasivo en el proceso de aprendizaje. Esto se traduce en un menor nivel de motivación y entusiasmo al no apreciar la evidente aplicación práctica de los conocimientos que se van adquiriendo en el transcurso de la asignatura. Con el fin de involucrar y motivar a los estudiantes, varias instituciones y docentes están adoptando nuevas metodologías que pueden adaptarse a los estudios en el área de ingeniería. Entre estas nuevas metodologías podemos mencionar el *aprendizaje basado en proyectos* (Estruch y Silva, 2006) y el *aula invertida* (Bishop y Verleger, 2013; Arcos et al. 2017).

En la línea de estas nuevas metodologías docentes, en este trabajo se presentan una serie de actividades complementarias que se han desarrollado e implementado en los estudios de Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación. Por un lado, durante el transcurso del cuatrimestre se organizan una serie de simposios en los que los alumnos deben realizar el envío y presentación oral de un trabajo en formato de artículo científico. Con ello, los estudiantes deben mostrar la capacidad de buscar, organizar, sintetizar, asimilar y presentar la

información y conceptos relacionados con el trabajo. Otra actividad consiste en la elaboración de una “enciclopedia” colaborativa utilizando la plataforma Moodle. Cada entrada de esta enciclopedia se ve enriquecida y corregida por los propios estudiantes bajo la tutela de los profesores de la asignatura que garantizan el rigor de la información publicada.

Finalmente, teniendo en cuenta la futura inserción en el mercado laboral de los estudiantes y para que quede clara la aplicación práctica de los conceptos y contenidos vistos en clase, se programan varias visitas a empresas del sector TIC localizadas en la región. Durante estas visitas, los estudiantes descubren que los contenidos adquiridos tienen una aplicación en la vida real, los retos a los que se enfrentarán en el ejercicio práctico de la ingeniería y además, tienen la oportunidad de conversar con profesionales del sector.

Mediante la realización de estas actividades los estudiantes, pasan de ser meros receptores pasivos de conocimientos a tomar un rol más activo a la vez que se trabajan competencias transversales necesarias para el futuro ejercicio de la profesión.

## 2. CONTEXTO

La implementación de las actividades complementarias propuestas se ha llevado a cabo en la asignatura “Sistemas de Comunicaciones” de tercer curso del Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación. La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre (de febrero a mayo) y forma parte de la materia Sistemas de Telecomunicación en la mención de Sistemas de Telecomunicación.

Con la adaptación del antiguo plan de estudios de Ingeniería de Telecomunicación al nuevo EEES, se generaron nuevos contenidos junto con otros que antes se abarcaban en distintas asignaturas y que ahora se cubren en la asignatura “Sistemas de Comunicaciones”.

Además de las competencias genéricas y específicas que debe cubrir la asignatura también se trabajan competencias transversales. En particular, con las actividades descritas en este trabajo, se pretende que el estudiante consiga:

- Asimilar la materia y afianzar los conocimientos teóricos vistos en el aula.
- Extraer y discernir, usando los conocimientos adquiridos, información relevante facilitada en un entorno real o laboral para su uso.
- Familiarizarse con la estructura y contenidos de un artículo científico.
- Búsqueda de información fiable y contrastable relacionada con su área.
- Capacidad de presentar en público conceptos de manera clara y organizada.
- Búsqueda de normas y estándares de telecomunicaciones.

Estas competencias se desarrollan mediante la implicación del alumno en el proceso de aprendizaje (Mingorance y Calvo, 2013). Uno de los objetivos principales del desarrollo de estas actividades es aumentar el nivel de motivación de los estudiantes para una mejora en la asimilación de conceptos de la asignatura. La baja motivación con la que algunos alumnos inician la asignatura puede ser debida a la percepción que tienen con respecto a la misma por la cantidad y complejidad de

conceptos que se abordan. Es por ello que a lo largo de la asignatura se alternan estas actividades para mantener el nivel de motivación e interés de los alumnos.

En concordancia con el EEES, la asignatura está pensada para ser evaluada con el método de evaluación continua. Con ellos se fomenta la retroalimentación de los estudiantes, corrigiendo errores y mejorando el proceso de aprendizaje (Sanmartí, 2007; Gallardo y Montolio, 2011). El plan de trabajo de esta asignatura abarca además otras actividades que permiten adquirir, afianzar y evaluar los contenidos vistos en clase, como son prácticas de laboratorio y prácticas en el aula. Estas actividades se vienen desarrollando de manera continuada e ininterrumpida desde el curso 2013/2014. El promedio de alumnos por clase está en torno a 25 alumnos. La última experiencia relacionada con estas actividades se ha llevado a cabo con un total de 23 alumnos para el curso 2018/2019.

## 3. DESCRIPCIÓN

Tal y como se ha mencionado en las secciones previas, en el transcurso del cuatrimestre se complementan las clases teóricas y prácticas con una serie de nuevas actividades. Estas actividades se explican a continuación.

### A. Organización de simposios

Una de las actividades profesionales que se realizan tanto en la industria como en las universidades y centros de investigación es la participación en simposios o congresos. En estos eventos suelen presentarse los últimos avances en todas las áreas de conocimiento, además de poder interactuar con profesionales del sector y ampliar y establecer nuevos contactos profesionales, de ahí su relevancia.

En esta asignatura se plantea la realización de una versión reducida de un simposio. De esta manera los alumnos se enfrentan a la tarea de elaborar un artículo técnico/científico con lo que ello supone, (búsqueda bibliográfica, capacidad de síntesis, capacidad de comunicación oral y escrita, entre otras). Dado que recrear todas las condiciones de un congreso a gran escala no es viable por el número de alumnos y otras limitaciones logísticas se limitan las actividades de los estudiantes a la escritura de un artículo científico y su presentación oral.

Para conseguir los objetivos especificados, se planifican dos simposios relacionados con los contenidos abordados en la asignatura. Estos simposios se publicitan en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación (ETSIIT) y la asistencia es libre para el público. Se procura que los simposios queden espaciados temporalmente a lo largo del cuatrimestre. Los participantes o ponentes serán los alumnos quienes deberán preparar un trabajo/ponencia relacionado con el tema del congreso. Se planifica la actividad para que cada alumno participe activamente y de manera individual como ponente en uno de los simposios a lo largo del curso.

Al realizar la distribución antes mencionada, se asegura que:

- Los alumnos tienen tiempo suficiente para preparar los trabajos sin sobrecargarlos de actividades, (4 horas de preparación).
- El temario de la asignatura está avanzado y los conceptos principales ya han sido explicados en clase con antelación lo que les sirve como base para la preparación del trabajo.

- Además, se consigue incluir aproximadamente una vez al mes una actividad diferente a una clase teórica convencional en la que los alumnos tienen un papel activo y con la que se pueden consolidar conceptos y ampliar conocimientos.

A modo de ejemplo, referenciando solo el último curso 2018/2019 se han celebrado dos simposios, con las siguientes temáticas y calendario: “Componentes Pasivos” (11 de marzo) y “Componentes Activos” (15 de abril).

Tal y como se ha indicado cada alumno debe realizar los dos trabajos, correspondientes a cada simposio, y presentar de manera oral sólo uno de ellos. Una mitad de los alumnos presenta su trabajo en el primer simposio y la otra mitad en el segundo simposio. Los alumnos tienen la posibilidad de elegir en cuál de los dos simposios participa (siendo obligatoria la participación en uno de ellos).

#### A.1 Preparación de los trabajos

Al igual que en los congresos científicos, las comunicaciones deben entregarse en tiempo y forma. Hay una fecha límite para el envío del trabajo y un formato o plantilla al que deben ceñirse los participantes. Tanto el fichero modelo, como las fechas claves se publican a través de la plataforma Moodle. Esta misma plataforma se utilizará para el envío de los trabajos y la comunicación del resultado de su revisión.

Para evitar la repetición de trabajos y que el simposio sea más provechoso en cuanto a variedad de contenidos expuestos, a cada estudiante se le da un tema o concepto para desarrollar. La asignación de temas sobre los cuales los alumnos deben realizar los trabajos pueden realizarse de distintas maneras. En este punto se han aplicado varias fórmulas, alternándolas en los distintos años lectivos:

- 1- Proporcionar al estudiante un artículo científico relacionado con un tema (Tabla I). El alumno deberá relacionar el artículo con la temática vista en clase, ampliar la información con una búsqueda bibliográfica más exhaustiva y presentar los resultados de su investigación en un documento. Generalmente, las fuentes de información con las que deben trabajar están en inglés. Es importante remarcar que no se busca una traducción literal, sino sintetizar, organizar, relacionar y sobre todo ampliar la información con respecto al tema.
- 2- Asignar a cada estudiante un tema para que busque un artículo científico, ciñéndose a algún aspecto como el estado del arte, año de publicación u orígenes (primeros artículos publicados sobre el tema), aplicaciones multidisciplinarias, etc.
- 3- Asignar a cada alumno un concepto visto en clase que deberá desarrollar y ampliar utilizando bibliografía fiable y presentar junto con sus propias conclusiones en forma de artículo científico, con sus correspondientes apartados (Abstract, Introducción, Desarrollo, Conclusiones, Agradecimientos y Referencias.).
- 4- Asignar a cada alumno un componente específico (pasivo o activo) de RF y microondas. El estudio de estos componentes es una parte importante de la asignatura ya que conforman los sistemas de comunicaciones más complejos. Los estudiantes tienen que realizar una búsqueda de información sobre fabricantes, especificaciones, precios, funcionalidad,

etc. Todo ello deberá quedar recogido de manera organizada, clara y concisa en el trabajo presentado.

En la Tabla I se muestra un ejemplo de algunos de los temas tratados en el simposio de “Componentes Pasivos” para el curso 2018/2019. En este caso a cada alumno se le proporciona un artículo científico como base de su trabajo.

**Tabla I.** Ejemplos de temas propuestos para el simposio de “Componentes Pasivos”

A MMIC Compatible Coupled Line Structure that uses Embedded Microstrip to Achieve Extremely Tight Couplings
K/Ka Band Coplanar Waveguide Directional Couplers Using a three-Metal-Level MMIC Process
Couplings of Microstrip Square Open-Loop Resonators for Cross-Coupled Planar Microwave Filters
Distributed MEMS True-Time Delay Phase Shifters and Wide-Band Switches
Distributed Analog Phase Shifters with Low Insertion Loss
Design of 10dB 90° branch line coupler using microstrip line with defected ground structure

#### A.2 Revisión de los trabajos

La revisión de los trabajos se lleva a cabo por parte del profesor o profesores de la asignatura como si se tratara de una revisión por pares. Se valora la calidad en la redacción y en el contenido, la organización, el trabajo de investigación (fuentes bibliográficas a las que el alumno recurre), las conclusiones y la interpretación personal de las ideas básicas en las que se cimienta el trabajo. Se les comunica el resultado de la revisión y calificación a través de Moodle sugiriendo cambios, en los casos que sean necesarios, con el fin de que puedan mejorar el trabajo y en consecuencia la calificación.

El programa técnico en el que se resumen las presentaciones y los autores (ponentes) se publica y difunde a través de la plataforma Moodle. Dependiendo de los temas a tratar, el programa se organiza en sesiones. En la Figura 1 se muestra el programa técnico del 17<sup>th</sup> Simposio Nacional de la Asignatura Sistemas de Comunicaciones celebrado el 15 de abril de 2019 cuya temática “Componentes Activos” se estructuró en tres sesiones distintas: “Amplificadores”, “Mezcladores” y “Osciladores”.

#### A.3 Presentación de los trabajos

Para la realización de los simposios se utilizan dos horas consecutivas de clase, idealmente con una pausa de 10 minutos si el número de sesiones y presentaciones lo permite en el tiempo disponible. Se busca que las sesiones sean homogéneas, agrupándolas por ejemplo en el caso de esta asignatura por tipos de componentes, orígenes, estado del arte... etc. Atendiendo al número de alumnos (23 en el curso 2018/2019), se celebraron dos simposios de 11 y 12 ponencias respectivamente. Cada presentación se programa para una duración de 8 minutos con un turno de preguntas de aproximadamente 2 minutos. Los alumnos deberán usar una herramienta de presentación (por ejemplo, PowerPoint) como ayuda y soporte visual.

Como presidente y copresidente de la sesión actúan dos profesores que presentarán a los ponentes y darán paso al turno de preguntas en los que podrá participar todo el que asista como público. El turno de preguntas sirve además para que el profesor pueda puntualizar o corregir aquellos errores en cuanto al contenido que se hayan podido cometer en la exposición. Para dotar de una mayor solemnidad al acto y motivar a los

estudiantes, los simposios se suelen celebrar en la Sala de Grados de la ETSIT de la universidad, proporcionando a los alumnos incluso una tarjeta identificativa como participante o ponente del simposio (Figura 2).



La Universidad de Cantabria y su Departamento de Ingeniería de Comunicaciones tienen el placer de invitarles al XVII Simposio Nacional de la asignatura Sistemas de Comunicaciones. SC año 2019, que se celebrará en la Sala de Grados de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.

La SC reúne a los estudiantes del ámbito de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones con el fin de presentar sus trabajos de investigación y desarrollo tecnológico. El Simposio tiene como principal objetivo la presentación de los trabajos sobre componentes activos realizados por los estudiantes durante el curso 2018/2019 en la asignatura Sistemas de Comunicaciones del Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, así como fomentar la colaboración entre estudiantes y el entrenamiento en las presentaciones orales de los trabajos de investigación.

### Programa científico

LUNES 15 DE ABRIL DE 2019	
17:30 17:35	Presentación
17:35 18:15	Sesión I - Amplificadores
18:15 18:45	Sesión II - Mezcladores
18:45 19:30	Sesión III - Osciladores

**Figura 1.** Programa Técnico para el simposio sobre “Componentes activos” celebrado el 15 de abril de 2019. El programa técnico se difunde y publicita a través de la aplicación Moodle y con la pega de carteles en el tablón de anuncios de la ETSIT y del Departamento de Ingeniería de Comunicaciones.

<b>DPTO ING DE COMUNICACIONES. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</b> Plaza de la Ciencia s/n	
16 th Simposio SC 2019 <b>11 de marzo de 2019</b> <b>17:30-19:30</b>	<b>APELLIDOS, NOMBRE</b> <b>GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN</b> G838: Sistemas de Comunicaciones
Sala de Grados ETSIT	

**Figura 2.** Ejemplo de Tarjeta Identificativa del ponente.

#### A.4 Encuesta realizada a los alumnos

Tras finalizar cada presentación, los alumnos rellenan una encuesta anónima que evalúa la exposición oral de su compañero. Al inicio de la sesión, el presidente hace hincapié en el objetivo de la encuesta que no es otro que ayudar a mejorar a los compañeros siendo lo más sinceros y honestos, dejando a un lado los favoritismos y antipatías.

Como se muestra en la Figura 3, en la encuesta se ha de valorar:

- La claridad en la exposición. Considerando aspectos como la velocidad de locución, el uso de vocabulario apropiado, la postura, gestos y expresión corporal.
- La organización de los contenidos y presentación de la información. Si se hace de manera ordenada y lógica o de forma caótica.
- El dominio del contenido expuesto.

Acto seguido el profesor (presidente de la sesión), recoge las encuestas y se las entrega al ponente. El anonimato facilita una mayor sinceridad y objetividad en las respuestas y así el ponente puede corregir y evitar errores en futuras presentaciones.

CATEGORÍA	Sobresaliente 75%-100%	Notable 50%-75%	Aprobado 25%-50%	Insuficiente 0-25%
<b>Comunicación y claridad</b>	Habla despacio y con gran claridad.  Usa vocabulario apropiado para la audiencia. Aumenta el vocabulario de la audiencia definiendo las palabras que podrían ser nuevas para ésta.  A la hora de hablar la postura y el gesto son muy adecuados. Mira a todos los compañeros con total naturalidad.  El volumen es suficientemente alto el 100% del tiempo.	La mayoría del tiempo, habla despacio y con claridad.  Usa vocabulario apropiado para la audiencia. Incluye 1-2 palabras que podrían ser nuevas para la mayoría de la audiencia, pero no las define.  La mayoría del tiempo la postura y el gesto son adecuados y casi siempre mira a los compañeros mientras habla.  El volumen es suficientemente alto el 90% del tiempo.	Unas veces habla despacio y con claridad, pero otras se acelera y se le entiende mal.  Usa vocabulario apropiado para la audiencia. No incluye vocabulario que podría ser nuevo para la audiencia.  Algunas veces, mantiene la postura y el gesto adecuados, y otras no. En ocasiones mira a sus compañeros.  El volumen es suficientemente alto el 70% del tiempo.	Habla rápido o se detiene demasiado a la hora de hablar. Además su pronunciación no es buena.  Usa varias (5 o más) palabras o frases que no son entendidas por la audiencia.  No mantiene la postura y gesto propios de una exposición oral y, la mayoría de las veces, no mira a sus compañeros.  El volumen con frecuencia es muy débil para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia.
<b>40% Organización</b>	Clara, con transiciones lógicas y efectivas.  La información es presentada de manera lógica y coherente que la audiencia puede seguir fácilmente.  Conclusión clara y efectiva.	La mayor parte de la información es presentada de manera lógica y generalmente bien organizada, pero hace falta mejores transiciones de una idea a otra.	Organización adecuada, pero floja. No siempre clara. Falta de conexiones claras entre las partes de la presentación, las partes parecen aisladas entre sí.  La audiencia tiene dificultad en seguir la presentación.	Mal estructurada y difícil de entender. Desorganizada. No hay secuencia lógica en la información.  Presentación no fluye bien, con oraciones incoherentes. Desarrollo del tema es confuso y sin lógica aparente.
<b>30% Contenido</b>	Demuestra un completo entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento de partes del tema.	No parece entender muy bien el tema.
<b>30%</b>				

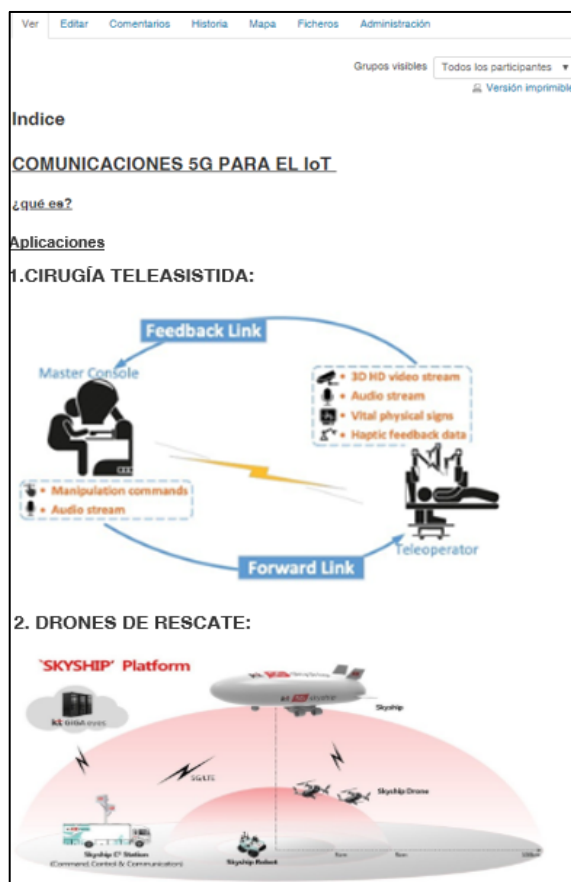
**Figura 3.** Encuesta anónima para evaluar la exposición oral de los ponentes por parte de los compañeros.

#### B. Elaboración de una enciclopedia en formato “wiki”

Otra de las actividades que se realizan a lo largo del curso es la elaboración de una enciclopedia en formato “wiki”. En ella, los alumnos participan como parte de un grupo para fomentar la interacción entre compañeros y el trabajo en equipo. Para los trabajos en grupo, los alumnos se agrupan por sorteo o por orden alfabético. Para el curso 2018/2019, se formaron 4 grupos de 5/6 estudiantes. Con esto se consigue que los alumnos se relacionen e interactúen en un grupo heterogéneo de compañeros y no únicamente con los que mantienen mayor afinidad o amistad.

Para la elaboración de la enciclopedia, a cada grupo se le asigna un tema novedoso y de actualidad relacionado con la asignatura y el sector de las telecomunicaciones. En el curso 2018/2019 el tema genérico era “el Estado del arte de los sistemas de comunicaciones 5G”, de muy reciente aparición en el mercado y cuya implantación en España se ha producido en 2019. Cada grupo tenía que centrarse en un aspecto diferente de estos sistemas, por ejemplo, 5G para comunicaciones móviles, dispositivos para este estándar, 5G para IoT...etc.

Para elaborar la enciclopedia se utiliza la plataforma Moodle. De este modo el profesor sabe en todo momento, lo que aporta cada estudiante y el grado de implicación que tiene en la elaboración de los contenidos, facilitando su calificación. En la Figura 4 se presenta una captura de pantalla de una parte de la enciclopedia elaborada por uno de los grupos.



**Figura 4.** Captura de pantalla de un extracto de la enciclopedia realizada por los estudiantes sobre comunicaciones 5G para IoT.

En relación a esta actividad, se organiza una presentación oral o charla sobre el tema en la que todos los miembros de cada grupo deberán presentar una parte del trabajo (unos 4 minutos por persona). La presentación dura en total 20 minutos. Se les indica qué apartado deben exponer cada uno justo antes de la presentación. Esta asignación se realiza por sorteo y con ello se promueve que todos los miembros del grupo conozcan a fondo el contenido del trabajo y no una sola parte. En el curso 2018/2019, la charla tuvo lugar el 20 de mayo con el título (“Estado del arte de los sistemas de comunicaciones 5G”). Al igual que los simposios, la actividad se publicita a través de la plataforma Moodle y mediante la distribución de carteles en la ETSIIT y el departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la universidad.

Al finalizar la charla, los estudiantes someten a votación los diferentes trabajos, eligiendo el que más les ha gustado. Al equipo ganador se le otorga un premio, que son donaciones de las empresas del sector. Suelen ser pequeños objetos (bolígrafos, llaveros...) como los que se consiguen en la exhibición de expositores en los congresos científicos.

#### C. Visitas a empresas del sector en la región

Como última actividad, se organizan un par de visitas a empresas en el sector de las telecomunicaciones dentro de la región. La finalidad principal es que los estudiantes relacionen lo aprendido en clase con el mundo laboral y su aplicación práctica y que se hagan una idea de cómo podría ser su futuro entorno de trabajo. Estas visitas se suelen organizar finalizando el cuatrimestre, cuando ya se ha visto la mayoría de los contenidos previstos y en horario lectivo con el fin de que puedan asistir la mayor parte de los alumnos. Cada visita suele durar en torno a 1 hora.

La elección de las empresas que se visitan en esta actividad está claramente influenciada por su actividad y relación con los contenidos impartidos en la asignatura. En las visitas realizadas en el curso 2018/2019 se han elegido dos empresas de la región dedicadas al desarrollo de sistemas y componentes de microondas y RF para aplicaciones espaciales, comunicaciones por satélite, defensa y transmisión y recepción de datos.

En las visitas, los estudiantes pueden comprobar in situ todas las etapas por las que cualquier producto pasa antes de su lanzamiento al mercado. Estas etapas incluyen el diseño, fabricación, montaje, caracterización experimental, pruebas de evaluación y conformidad, atendiendo a criterios técnicos, de normativa y gestión de calidad. Las personas que sirven de guías durante las visitas de los estudiantes han sido en general antiguos alumnos de la universidad y comparten su experiencia en la transición entre la universidad y el mercado laboral.

#### 4. RESULTADOS

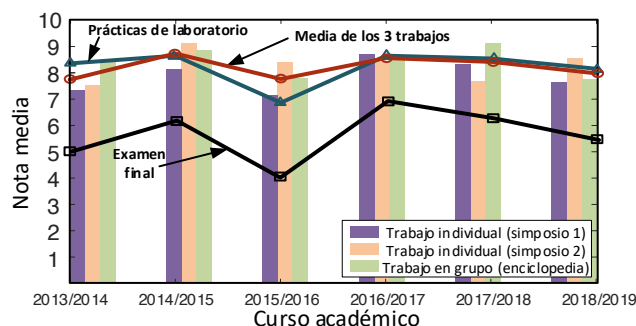
Estas actividades llevan realizándose en la asignatura de “Sistemas de Comunicaciones” desde el curso 2013/2014, año en el que se implantó la asignatura en el Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, con una media de dos simposios por curso y una charla centrada en los contenidos recogidos en la enciclopedia “wiki” que se elabora en equipo. En todos los años la aceptación y participación por parte de los alumnos ha sido muy buena. La calidad en los trabajos es relativamente alta como se puede apreciar en la Figura 5 que recoge los resultados de las calificaciones medias a lo largo de estos 6 años.

Dado el carácter nuevo de esta asignatura, no disponemos de datos previos para comparar con los resultados obtenidos. Para analizar su impacto, se presenta una comparativa de las notas medias del examen final y la media de las tres notas de los trabajos realizados (Figura 5). La realización óptima de los trabajos debe repercutir en el examen final positivamente, ya que ayuda a los alumnos a asimilar la materia y afianzar los conocimientos. En la Figura 5, se observa que hay una clara correlación entre ambos datos en los consecutivos cursos académicos. La calidad de los trabajos se refleja en la nota del examen final, coincidiendo los años en los que los trabajos han sido de mayor (menor) calidad con una mejor (peor) nota media del examen.

Uno de los resultados más notorios que se ha evidenciado a partir de la realización de estas actividades es la mejora en los resultados de aprendizaje de las prácticas de laboratorio. Al haberse familiarizado con distintos componentes, sus especificaciones y características, los estudiantes realizan las prácticas con mayor soltura. En las prácticas de laboratorio que se realizan en grupo, se ha observado que el estudiante que cuenta con más conocimientos sobre un determinado componente, porque ha preparado una ponencia sobre el tema,

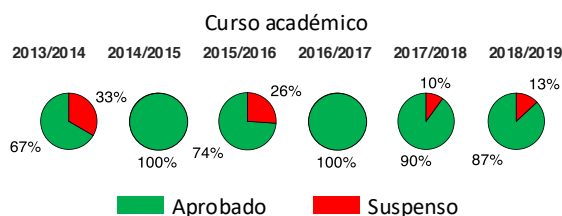


ejerce de tutor de sus compañeros de manera espontánea. En las prácticas siguientes, esa labor se invierte entre compañeros dado que se trabaja con muchos componentes en diversas prácticas. En la Figura 5, también se observa una clara correlación entre la nota media de las prácticas y la media de las tres notas de los trabajos realizados.



**Figura 5.** Nota media de las calificaciones de los trabajos individuales y en equipo. Comparación de la nota media del examen y las prácticas con la nota media de los tres trabajos realizados a lo largo de los consecutivos cursos.

En la Figura 6, se muestran los porcentajes de alumnos aprobados y suspensos en el examen final a lo largo de los consecutivos cursos académicos. Los años en los que los trabajos fueron de una calidad superior, hubo un 100% de aprobados en el examen final, mientras que los años con menor calidad en los trabajos el porcentaje de alumnos que no superaron el examen final es mayor. Por último, cabe destacar que el porcentaje de alumnos suspensos tiene tendencia a ir disminuyendo a medida que se mejoran estas actividades con el paso de los años, evidenciando su eficacia en el proceso de aprendizaje.



**Figura 6.** Relación de alumnos aprobados y suspensos en el examen final de la asignatura.

Las visitas a empresas del sector TIC, suele ser una de las actividades que más gusta a los estudiantes. El ver las instalaciones, infraestructuras, producción y modo de trabajo de dos empresas que están relacionadas directamente con los conocimientos vistos en la asignatura les motiva y les genera curiosidad. Además, gran parte de las personas que trabajan en esas empresas y los encargados de guiar la visita son antiguos alumnos de la escuela, lo que hace que los estudiantes empaten fácilmente con ellos.

Los alumnos en general valoran todas estas actividades de manera positiva y así se lo han comunicado a los profesores de manera directa por comentarios en el transcurso de la clase o indirectamente mediante las encuestas de calidad que realizan. Esta realimentación entre el profesor y el estudiante se utiliza para la mejora de las actividades de los cursos siguientes.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se han presentado una serie de actividades complementarias para la mejora del aprendizaje de conceptos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación. Estas actividades se llevan implementando en la asignatura de “Sistemas de Comunicación” de los estudios de Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación desde hace seis años. Con ellas, además de trabajar las competencias propias de su área de conocimiento y competencias transversales de gran importancia para la formación integral de los alumnos y su posterior inserción en el mercado laboral, se busca aumentar la motivación de los estudiantes, haciendo que participen activamente en el desarrollo de la asignatura.

La realización de simposios es una actividad en la cual los alumnos participan activamente y que se traduce en una mejora de resultados a distintos niveles. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que por limitaciones de carácter temporal y de carga académica, en principio, se recomienda su aplicación en clases con un número no muy elevado de estudiantes.

Dado el carácter interdisciplinar de las competencias transversales que se adquieren con la realización de las actividades que aquí se exponen, creemos que son adecuadas para otras asignaturas de contenidos similares del grado. Esta metodología, se adapta mejor a asignaturas de los últimos cursos del grado (3º y 4º), dada la cercanía al mundo laboral y a la madurez de los estudiantes.

## REFERENCIAS

- Arcos, A.; Arcos, J.; Fernández Centeno, M.; González-Galindo, J.; Gordo Monsó, C.; Manget, C.; Salazar, F.; Senent, S. (2017). Aula Invertida en la Ingeniería del Terreno Asistida por Ordenador - [Flipped Classroom in Computer-Aided Ground Engineering]. 1-6. 10.26754/CINAIC.2017.0000001\_030.
- Bishop, J. L., y Verleger, M. A. (2013, June 23-26). The flipped classroom: A survey of the research. *Proceeding of the 120th ASEE Annual Conference & Exposition*, Atlanta, GA. (Vol. 30, No. 9).
- Estruch, V., y Silva, J. (2006). Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática. *Actas XII Jenui*.
- Gallardo, E. y Montolio, D. (2011). ¿Existe relación entre la evaluación continua y los resultados de los alumnos? *Revista electrónica sobre la enseñanza de la Economía Pública*, 8, 63-79.
- Martín Peña, M. L.; Díaz Garrido, E.; Castillo Gutiérrez-Maturana, B. y del Barrio Izquierdo, L. (2011). Estudio comparativo de cambios metodológicos y percepción del alumno en la materia de Dirección de producción y operaciones para la adquisición de competencias en el proceso de adaptación al EEES. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 4 (2), 126-144.
- Mingorance, C. y Calvo, A. (2013). Los resultados de los estudiantes en un proceso de evaluación con metodologías distintas. *Revista de Investigación Educativa*, 31 (1), 275-293.
- Sanmartí, N. (2007). *10 Ideas Clave. Evaluar para aprender*. Col. Ideas clave, 1. Barcelona, España: Ed. Graó